Aus dem Laboratorium des Botanischen Gartens und Museums
in Berlin-Dahlem

Phytoserologische Verwandtschaftsuntersuchungen über die Sarraceniaceae, Nepenthaceae und Droseraceae und ihre Stellung im System

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde genehmigt von
der Hohen Philosophischen Fakultät
der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

Von

Jonas Zalkowitz

aus Memel

Tag der Promotion: 7. Oktober 1932

Tag der mündlichen Prüfung: 12. Mai 1932

1932

Buchdruckerei J. Herper G. m. b. H. / Berlin SO 36, Wrangelstraße 4
Fachdruckerei für Dissertationen

509

Referenten: Professor Dr. Gilg
Professor Dr. Diels

Meinen lieben Eltern
in Dankbarkeit gewidmet

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

INHALT

Seite

A. Einleitung 1

B. Allgemeiner Teil

I. Die Systematik der **Sarraceniaceae, Nepenthaceae** und **Droseraceae**

a) **Sarraceniaceae** 3

b) **Nepenthaceae** 4

c) **Droseraceae** 5

d) Verwandtschaftliche Beziehungen der **Sarraceniaceae, Nepenthaceae** und **Droseraceae** 6

II. Die Methodik der Serologie in der Botanik

a) Material und Materialbehandlung für die Reaktionsantigene 8

b) Herstellung der Injektionsantigene 13

c) Herstellung der Reaktionsantigene 14

d) Allgemeines zur Herstellung der Immunsera . . . 16

C. Spezieller Teil

I. Die **Sarracenia**-Immunsera und ihre Reaktionsresultate 18

II. Die **Nepenthes**-Immunsera und ihre Reaktionsresultate 21

III. Das **Drosera**-Immunserum und seine Reaktionsresultate 25

IV. Phytoserologisches der **Sarraceniaceae, Nepenthaceae** und **Droseraceae** im Vergleich mit meinen Resultaten . 28

V. Reziprozität 31

D. Schlußbetrachtung 32

E. Tabellen 33

F. Literaturverzeichnis 37

Lebenslauf 39

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41533918_0172

A. EINLEITUNG

Als erster hat Mez die Serologie, die ursprünglich in der Medizin angewandt wurde, in den Dienst der botanischen Verwandtschaftsforschungen gestellt. Diese Arbeiten führten zur Aufstellung von botanischen Stammbäumen, von denen der letzte sich im wesentlichen mit den Pflanzensystemen deckt, die allgemeine Gültigkeit haben. Die Hoffnungen, die ursprünglich an die botanische Serologie geknüpft wurden, haben sich aber nicht in dem Maße erfüllt, wie man es in Analogie mit der forensischen Serologie hätte erwarten dürfen. Im allgemeinen läßt sich wohl sagen, daß eine Klärung der bisherigen strittigen Verwandtschaftsverhältnisse nur teilweise oder gar nicht durch die serologische Methode erreicht werden konnte. Dieses zeigen besonders deutlich die serologischen Arbeiten in Berlin (**Gilg — Schürhoff** [1—3]), ein Aehnliches trifft auch für die Arbeiten in Münster (**Hannig — Slatmann** [4 und 5]) und Holland (**Boom** [6]) zu. Die Frage, ob auch die Pflanzen artspezifisches Eiweiß besitzen, ist durchaus zu bejahen; das teilweise Versagen der serologischen Methoden kann demnach nur auf Störungen zurückzuführen sein, die bei der Reaktion auftreten. Der einzig mögliche Weg, durch die Serodiagnostik sichere Verwandtschaftsresultate zu erhalten, wäre in der Beseitigung der bei der Reaktion auftretenden Fehler zu suchen. Insofern ist es von jeher das Streben der Berliner Schule gewesen, die Gründe für ein Auftreten der Fehlreaktionen zu finden und durch bessere Methoden diese auszuschalten, in der Hoffnung, damit sichere Ergebnisse zu erhalten. Aus diesem Grunde war man, wie ich später erwähne, von der **Mez**schen Methode abgekommen.

Im Rahmen der Berliner Arbeiten wurde mir die Aufgabe zuteil, auf phytoserologischem Wege zu untersuchen, ob die **Sarraceniaceae, Nepenthaceae** und **Droseraceae** untereinander verwandt sind, und welche Stellung die „**Sarraceniales**" im System einnehmen. Unter Berücksichtigung sämtlicher Merkmale dieser drei Familien ist mit den üblichen Methoden kein

einheitliches Resultat erzielt worden, und die Meinungen der einzelnen Systematiker decken sich nur teilweise. (In einem besonderen Abschnitt werde ich dazu Stellung nehmen.) Gerade in diesem Falle schien die Serologie ein geeigneter Weg zu sein, diese Frage zu klären.

Es ist mir eine besondere Freude, Herrn Prof. Gilg für die Ueberlassung des Themas und seine wertvolle Unterstützung und Herrn Prof. Schürhoff für seine stete Hilfsbereitschaft zu danken.

B. ALLGEMEINER TEIL.

I. Die Systematik der Sarraceniceae, Nepenthaceae und Droseraceae.

a) Sarraceniaceae.

Die Reihe der **Sarraceniales** umfaßt nach **Engler-Gilg** (7) die Familien der **Sarraceniceae, Nepenthaceae** und **Droseraceae.** Die Verwandtschaft der drei Familien ist von jeher stark umstritten. **Engler** (8) stellt sie besonders ihres physiologischen Verhaltens wegen zu einer eigenen Reihe zusammen und betont gleichzeitig, daß eine genetische Verwandtschaft nicht vorzuliegen scheint. Er gruppiert die **Sarraceniales** zwischen die aphanocyklischen oder hemicyklischen **Ranales** und die eucyklischen **Rosales.**

Auch andere Systematiker erkennen keine direkte Verwandtschaft der **Sarraceniaceae, Nepenthaceae** und **Droseraceae,** sondern ordnen diese getrennt voneinander in das System ein.

So zeigen die **Sarraceniaceae** morphologische Aehnlichkeiten mit den **Papaveraceae** unter anderen Merkmalen besonders durch die Vielzahl der Staubgefäße, durch die schildförmig verbreiterten Narben und die Synkarpie des Gynäceums. **Linné** (9) gliedert aus diesem Grunde die **Sarraceniaceae** den **Papaveraceae** an. Derselben Ansicht sind **Jussieu** (10), **de Candolle** (11) und **Bentham** und **Hooker** (12). Gleichzeitig lassen sich für die **Sarraceniaceae** eine Menge Analogien zu den **Ranales** und besonders zu den **Nymphaeaceae** aufstellen. Dies hatte bereits **Jussieu** (10) erkannt. Er hält die **Sarraceniaceae** für sowohl den **Papaveraceae** wie den **Nymphaeaceae** nahe verwandt und leitet mit Hilfe der Gattung **Nymphaea** von den **Sarraceniaceae** zu den **Nepenthaceae** über. So bringt **Endlicher** (13) die **Sarraceniaceae** am Ende der **Nymphaeaceae** als eigene Ordnung. **Agardh** (14) hält ebenfalls die Verwandtschaft sowohl mit den **Papaveraceae** als auch mit den **Ranunculaceae** für gegeben und rechnet die **Sarraceniaceae** zu den **Podo-**

phyllaceae. (Im Engler-Gilg (7) als Unterfamilie der Berberidaceae.) Die Hauptmerkmale, die ferner Baillon (15) veranlassen, die Sarraceniaceae zu den Nymphaeaceae zu rechnen, sind vor allem die Uebereinstimmungen in der Polyandrie, in der Stellung der Laubblätter am Stengel, im Vorherrschen des einblütigen Blütenstandes und in der spiraligen Anordnung der Kelchblätter. Er stellt die Sarraceniaceae ebenfalls der Synkarpie wegen in die Nachbarschaft der Papaveraceae. Adanson (16) betont gewisse Aehnlichkeiten der Sarraceniaceae zu Nigella. Bentham und Hooker (12) sowie Lindley (17) schlagen vor, die Sarraceniaceae direkt zwischen die Papaveraceae und Nymphaeaceae zu bringen.

Planchon (18) ordnet die Sarraceniaceae den Pirolaceae ein. So kommt auch de Candolle (11) zu dem Schluß, daß einige Charakteristika der Sarraceniaceae deutlich auf die Pirolaceae hinweisen, während Bentham und Hooker (12) eine Verwandtschaft für nicht gegeben erachten. Schließlich sei noch Wettstein (19) erwähnt. In Anerkennung der Verwandtschaft zu den Ranunculaceae schließen in seinem System die Sarraceniaceae die Reihe der Polycarpicae gegen die nachfolgenden Rhoeadales ab.

b) Nepenthaceae.

Nach Wettstein umfaßt die Reihe der Polycarpicae außerdem die Nepenthaceae. Diese sind von den Sarraceniaceae nur durch die Cephalotaceae getrennt. Wettstein (19) betont drei Merkmale, die diese Einreihung begründen. Die Nepenthaceae besitzen eingeschlechtliche Blüten, die Staubblätter sind zu einer Säule verbunden, die Antheren extrors. Hierdurch sind auch Hinweise zu einer Verwandtschaft mit den Aristolochiaceae und Menispermaceae gegeben, für letztere nach Engler (8) durch das 2—4gliedrige Andröceum. Die Verwandtschaft zu den Aristolochiaceae und weiterhin auch zu den Cytinaceae wird von vielen Systematikern anerkannt. Baillon (15), Bartling (20), Brongniart (21), de Candolle (11), Eichler (22), Endlicher (13), Macfarlane (23) u. a. haben diesen Standpunkt mehr oder weniger vertreten. So stellt Baillon (15) die Nepenthaceae zwischen die Aristolochiaceae und Cytinaceae. Dabei ist zu berücksichtigen, daß es andererseits an Argumenten gegen eine verwandtschaftliche Beziehung zu den Cytinaceae nicht fehlt; die tetramere und trimere diözische Blüte, der oberständige Fruchtknoten und die fachteilige Dehiszens der Karpelle bestätigen dies.

Die Ansicht, daß die Nepenthaceae in engem Zusammenhang mit den Euphorbiaceae stehen, wird öfters vertreten und

begründet. Besonders charakteristische Uebereinstimmungen sind nach **Lindley** (17) die eingeschlechtliche Blüte, die unvollständige Blütenhülle und die eiweißhaltigen Samen. Dagegen weist **Agardh** (14) darauf hin, daß diese Merkmale nicht genügen dürften, eine Verwandtschaft zu beweisen. Er hält die **Nepenthaceae** mit den **Begoniaceae** und **Droseraceae** für verwandt. **Betham** und **Hooker** (12) lassen eine enge Verwandtschaft mit irgendwelchen bekannten Familien nicht gelten, und **Jussieu** (10) lehnt jeden Versuch einer Einordnung ab und betrachtet die **Nepenthaceae** als eine völlig isolierte Gruppe, die nur im Habitus den **Sarraceniaceae** nahekommt.

c. Droseraceae.

Eine Betrachtung der systematischen Eingliederung der **Droseraceae** zeigt ebenfalls, daß auch bei Beurteilung dieser Familie die einzelnen Forscher zu verschiedenen Resultaten kommen. **Jussieu** (10) rechnet die **Droseraceae** ihrer nahen Verwandtschaft wegen zu **Reseda** mit dieser zu den **Capparidaceae.** Zahlreich sind die Autoren, die entweder Beziehungen der **Droseraceae** zu den **Saxifragaceae** oder den **Parietales** erkennen, wobei innerhalb der letzteren eine Aehnlichkeit mit den **Violaceae** betont wird. Die Verwandtschaft mit den **Saxifragaceae** wird besonders durch die Gattung **Parnassia,** deren Zugehörigkeit zu dieser Familie bei weitem nicht endgültig bewiesen ist, vergegenwärtigt. **Parnassia palustris** zeigt in der Anlage der Nektarien eine Analogie zu den leuchtend roten **Drosera**-Tentakeln, die wasserhelle Tropfen ausscheiden und zur Anlockung von Insekten dienen, ferner durch die perigyne Blüteninsertion, durch Uebereinstimmung in den Knospen und Samen, sowie durch Bildung von Bulbillen. **(Lindley, Hooker, Agardh). Bentham** und **Hooker** (12), obgleich sie die mannigfachen Unterschiede im Habitus deutlich hervorheben, sind ebenfalls für den Anschluß der **Droseraceae** über **Parnassia** an die **Saxifragaceae. Lindley** (17) hat später seine Meinung dahin geändert, die **Droseraceae** zu den **Berberidaceae** oder **Ericoideae** zu zählen unter besonderer Berücksichtigung des kleinen Embryo und im Hinblick auf die große Eiweißmenge; diese Ansicht wird aber nur durch einige wenige Merkmale gestützt. Viel besser läßt sich eine Verwandtschaft der **Droseraceae** zu den **Parietales** konstruieren. Schon 1824 wurde dies durch Vergleich mit den **Violaceae** von **de Candolle** (11) festgestellt. Ihm schloß sich **Bartling** (20) an. Er bringt die **Droseraceae** in Nachbarschaft mit den **Violaceae** und **Tamariscineae. Endlicher** (13) vermutet abgesehen von verwandtschaftlichen Analogien zu den **Violaceae** auch Beziehungen zu den **Turneraceae. Eichler** (22) hält besonders durch Blütenbau und Art der Fruchtöffnung die Verwandtschaft zu den **Violaceae**

für gegeben. Im allgemeinen ist man zu dem Schluß gekommen, die **Droseraceae** innerhalb der **Parietales** in die Nähe der Familien der **Tamaricaceae, Frankeniaceae** und **Violaceae** zu stellen. So erscheinen bei **Baillon** (15) die **Droseraceae** zwischen den **Frankeniaceae** und **Tamaricaceae.** Im **Wettersteinschen** System (19) sind die **Droseraceae** zwischen den **Elatinaceae** und **Violaceae** zu finden, wobei **Wettstein** gewisse Anklänge an die **Rhoeadales** außerdem in Betracht zieht. **Diels** (24) ist im Gegensatz zu **Adanson** und **Planchon** gegen eine von diesen vorgeschlagene Angliederung der **Droseraceae** an die **Portulacaceae,** wie er auch eine Verwandtschaft zu den **Saxifragaceae,** da die übereinstimmenden Eigenschaften zu gering sind. ablehnt und ebenfalls die **Droseraceae** den **Violaceae** nahe stellt, gleichzeitig hervorhebend, daß andererseits auch Verschiedenheiten im Habitus, in der Neigung zur Griffelverzweigung und in der geringen Ausgestaltung des Embryos vorliegen.

d) Verwandtschaftliche Beziehungen der Sarraceniaceae, Nepenthaceae und Droseraceae.

Wie zu Anfang des Kapitels erwähnt, schließt **Engler** (7) die **Sarraceniaceae, Nepenthaceae** und **Droseraceae** zur Reihe der **Sarraceniales** zusammen; er betont aber ausdrücklich, daß es sich um eine rein künstliche Reihe handelt, die nur in ihrem physiologischen Verhalten Uebereinstimmungen aufweist.

Abgesehen von der Carnivorie finden wir aber noch andere übereinstimmende Merkmale zwischen den drei Familien, die einen Zusammenschluß evtl. möglich machen. Dieser Ansicht sind Autoren wie **Lindley** (17), **Griesebach** (25), **Eichler** (22), **Macfarlane** (23) und **Wunschmann** (26). Nach **Wunschmann** stimmen die drei Familien in der Frucht und Samenbildung überein. Zugleich betont aber er, wie auch die anderen Autoren wichtige Unterschiede (Diözie und Monadelphie), die einen Zusammenschluß der drei Familien unmöglich erscheinen lassen.

Für die drei Familien sind gemeinsame Merkmale nur in geringer Anzahl vorhanden, doch zeigen die einzelnen Familien folgende verwandtschaftliche Beziehungen zu einander. So stimmen die **Nepenthaceae** und **Droseraceae** nach **Agardh** (14) überein im oberständigen Fruchtknoten, in den eiweißhaltigen Samen, im „subgamophyllen" Kelch, in der Plazentation und in der Form der Knöspchen. Dagegen hält schon **Darwin** (27) wie auch **Wettstein** (19) eine Verwandtschaft dieser beiden Familien für unwahrscheinlich. Die **Sarraceniaceae** und **Droseraceae** weisen nach **Wunschmann** (26) neben habitueller auch Aehnlichkeit im Blütenbau durch die Zahl der quirlig inserier-

ten Organe und analoge Samenbildung auf. Er führt aber zugleich den Unterschied an, der die **Sarraceniaceae** von den **Droseraceae** trennt, nämlich Polyandrie und mehrfächrigen Fruchtknoten. Auch **Eichler** (22) findet eine Aehnlichkeit zwischen den beiden Familien durch das Andröceum bei **Dionea** und **Drosophyllum.** Die **Nepenthaceae** und **Sarraceniaceae** stimmen nach **Eichler** (22) überein in der episepalen Karpelstellung, der vollständigen Fächerung des Ovars, der Frucht- und Samenbildung und der eigentümlichen Blattgestaltung.

II. Die Methodik der Serologie in der Botanik.

a) Material und Materialbehandlung für die Reaktionsantigene.

Das teilweise recht wertvolle und seltene Material wurde mir in liebenswürdiger Weise vom Berliner Botanischen Garten zur Verfügung gestellt, wofür ich an dieser Stelle ganz besonders Herrn Prof. Diels und Herrn Gartendirektor Vorwerk meinen aufrichtigsten Dank ausspreche.

Von **Sarracenia** verwendete ich die schlauchartigen Blätter, von **Nepenthes** die Blattfläche und die zu Kannen umgewandelten Blattspitzen, von **Drosera** die Blätter und die blütentragende Achse.

Das Material wurde geschnitten und bei einer Temperatur, die 30 Grad nicht überschritt, getrocknet, dann gemahlen und gesiebt. Um eine Zersetzung des Pulvers zu vermeiden, wurde es vor Luft und Licht geschützt aufbewahrt.

Die spezifische Eiweißreaktion in der Serologie kann durch die verschiedensten Zellinhaltsstoffe gestört werden. Von besonderer Bedeutung sind hierbei die Gerbstoffe und nach **Moritz** (28) die Lipoide.

Entfernung der Gerbstoffe.

Methode I.

Anfangs behandelte ich das Material von **Sararacenia, Nepenthes** und **Drosera** solange mit Benzol, Petroläther und Petroläther-Alkohol, bis Gerbstoffe nicht mehr nachzuweisen waren, allerdings ebenfalls nicht mehr Eiweißstoffe. Die Titerstellungen, die ich mit auf diese Weise vorbehandeltem Material vornahm, führten zu negativem Ergebnis. Dies steht nur scheinbar mit der Tatsache in Widerspruch, daß, wie ich an anderer Stelle sage, ich auch zu solchen Antigenen positive Reaktionen bekam, in denen mit chemischen Mitteln Eiweiß nicht nachzuweisen war; denn in dem einen Falle ist das Eiweiß durch die lange Behandlung ganz entfernt, evtl. so ver-

ändert worden, daß es zu serologischen Versuchen absolut unbrauchbar geworden ist, während es in dem anderen Falle, bei nicht so intensiver Behandlung, nicht in dem Maße angegriffen werden konnte. Später änderte ich die Behandlungsweise so ab, daß ich nicht mehr eine radikale Entfernung der Gerbstoffe vornahm, sondern wie folgt verfuhr:

Methode II.

2 g Substanz wurden in einem Erlenmeyer-Kolben mit 20 ccm Benzol unter Umschütteln 15 Minuten stehen gelassen, auf der Nutsche abgesaugt und mit Petroläther nachgewaschen. Nach dem Trocknen ließ ich das Pulver in 25 ccm einer Mischung von 90 Prozent Alkohol und 10 Prozent Petroläther eine halbe bis eine Stunde unter Umschütteln stehen, filterte es ab und ließ es bei Zimmertemperatur trocknen.

Schließlich ergab sich, daß für **Sarracenia, Nepenthes** und **Drosera** diese Behandlung nicht möglich ist, da schon zuviel Eiweiß in Lösung gegangen war. Es genügte folgende:

Methode III.

2 g Substanz wurden 1—2 Minuten mit 20 ccm Benzol geschüttelt, abfiltriert, mit Petroläther nachgewaschen, dann mit dem oben erwähnten Alkoholgemisch 5 Minuten geschüttelt, mit etwas Alkoholgemisch nachgewaschen, abfiltriert und bei Zimmertemperatur getrocknet.

Bei den anderen gerbstoffreien und gerbstoffarmen Antigenen verwendete ich wie bei **Sarracenia, Nepenthes** und **Drosera** Methode III, bei gerbstoffreicheren dehnte ich die Extraktion mit den drei Extraktionsmitteln, je nachdem die Pflanzen mehr oder weniger Gerbstoff enthielten, bis auf eine Stunde aus.

Versuche, die bei der Titerstellung mit nach Methode I, II und III behandeltem Material angestellt wurden, zeigten, daß Methode I völlig unbrauchbar war, da keine Ringe auftraten, während bei Methode II im Gegensatz zu III die Ringe nicht so weit reichten. Es muß wohl daran liegen, daß bei I und II das Eiweiß ganz oder fast ganz entfernt worden ist. Zwar wurde nach Methode III der Gerbstoff nicht völlig entfernt, doch schon **Meinecke** (29) fand, daß eine geringe Menge Gerbstoff die Reaktion nicht beeinträchtigt, „wenn sie unterhalb des zum Hervorrufen einer Störung erforderlichen Minimums liegt." Außerdem wurde dem Ansatz Natronlauge zugegeben, welches in entsprechender Konzentration evtl. auftretende Gerbstoffstörungen beseitigt.

Moritz (28) weist den Lipoiden eine wichtige Rolle an, da sie nach seiner Meinung Verwandtschaftsreaktionen vortäuschen

können. **Sachs** (30) äußert sich, daß Lipoide an und für sich keine antigenen Eigenschaften besitzen, daß sie aber in Verbindung mit Antikörper erzeugenden Substanzen ebenfalls antigene Fähigkeiten annehmen. Deshalb fordert **Moritz** (28) eine intensive Behandlung der Samen mit Aether-Alkohol im Soxleth. Ich habe mich bei der Herstellung der Injektions- und Reaktionsantigene nicht streng an die Forderung von **Moritz** gehalten:

1. weil ich mit Blattmaterial arbeitete,
2. weil, wie vorher erwähnt, bei intensiver Behandlung des Materials mit Alkohol Eiweiß nicht mehr nachzuweisen war,
3. weil **Scholz** (31), der ein Kaninchen mit nach **Moritz** vorbehandeltem Blattmaterial von **Blumenbachia Hieronymi** impfte, keine Immunisation erzielte. **Scholz** sagt darüber aus: „Es darf das eigentlich nicht wunder nehmen, wenn man bedenkt, daß bei einer derartig radikalen Behandlungsweise der Antigene wohl die Lipoide, aber mit ihnen auch all das zur Immunisierung wichtige Eiweiß extrahiert werden muß."
4. weil **Görner** (32), der sich intensiv mit der Frage der Lipoide beschäftigt hat, sich, gestützt auf seine Versuche, dahin geäußert: „daß Unterschiede zwischen Reaktionen mit lipoidhaltigen und durch Alkoholextraktion lipoidfreien Antigenen . . . ., nicht festgestellt werden konnten."

Aus diesen Gründen lenkte ich mein Augenmerk nicht auf die Beseitigung der Lipoide, sondern vor allem auf die Beseitigung der Gerbstoffe, wobei ebenfalls ein Teil der Lipoide entfernt wird. Meine Resultate beweisen, wie auch später erwähnt, daß Methode III am besten geeignet ist.

Eine Schwierigkeit ergibt sich noch bei Antigenen, die aus schleimhaltigen Pflanzen angesetzt werden mußten. Diese Antigene behandelte ich durch fraktionierte Filtration nach **Bärner** (33), durch welche der Schleim bei der Reaktion nicht störte.

In diesem Abschnitt möchte ich auf eine Stelle in der Arbeit von **Schwandt** (34) eingehen. **Schwandt** versuchte zwei Tiere mit **Drosera** zu immunisieren, was ihm nicht gelang. Bei der Entfernung der Farbstoffe hatte er einige Schwierigkeiten, welche er durch längere Behandlung mit Aether-Alkohol beseitigen konnte, wobei das Antigen mit Eßbach eine gute Eiweißausfällung zeigte. Ich stellte dagegen, indem ich nicht nur mit **Drosera rotundifolia,** sondern auch mit **D. binata, D. spathulata,**

D. capensis und **Drosophyllum lusitanicum** arbeitete, fest, daß bei allen diesen **Droseraceae** schon nach ganz kurzer Behandlung nach Methode III der Auszug, mit Eßbach versetzt, nur eine schwache Trübung zeigte. Ich habe zwar nicht wie **Schwandt** mit Aether-Alkohol gearbeitet, sondern mit Benzol, Petroläther und Petroläther-Alkohol, doch ließ sich leicht feststellen, daß das Eiweiß nicht im Benzol und Petroläther in Lösung gegangen war, sondern im Alkohol.

Den Farbstoff bei **Drosera** zu entfernen, habe ich mich nicht bemüht, da er bei meinen Versuchen nicht störte.

Es wurden außerdem noch Versuche angestellt, die Gerbstoffe zu beseitigen, indem ich sie mit 3prozentigem Wasserstoffsuperoxyd zu oxydieren versuchte.

2 g Substanz wurden in 20 ccm Benzol 10 Minuten unter Umschütteln stehen gelassen, abfiltriert und mit Petroläther nachgewaschen. Hierdurch entfernte ich Fette, Wachs, Harze usw. Dann ließ ich das Pulver in etwa 40 ccm 3prozentigem Wasserstoffsuperoxyd eine halbe bis eine Stunde unter Umschütteln stehen, filtrierte ab, wusch mit Wasser zur Entfernung des H_2O_2 nach, und ließ es bei Zimmertemperatur trocknen.

Mit dem so behandeltem Material stellte ich folgende Versuche an:

Die Ansätze wurden folgendermaßen hergestellt: 0,2/10 ccm NaCl-Lösung + 6 Tropfen 1prozentige Natronlauge.

I, II, III = Material behandelt nach Methode II.

A, B, C = Material behandelt mit Wasserstoffsuperoxyd.

(Siehe umstehende Tabelle I.)

Tabelle I.

	Prüfung auf Eiweiß			Prüfung auf Gerbstoff			Schichtung über N.S.				
	Essbach	HNO_3	Millon's Reagenz	$FeCl_3$-Lösung	Strychnin-Lösung	$K_2Cr_2O_7$-Lösung	50	100	200	400	800
Sarracenia											
I.	−	±	+	−	+	−	−	−	−	−	−
A.	+	+	+	+	+	+	−	−	−	−	−
Nepenthes											
II.	−	+	+	−	+	−	+	−	−	−	−
B.	−	±	+	−	+	±	+	+	−	−	−
Drosera											
III.	−	±	+	−	−	−	+	+		−	−
C.	−	−	−	−	−	−	+	+	+	−	−

Bei **Sarracenia** ist die Eiweißausfällung bei A besser, es ging aber bei A mehr Gerbstoff in Lösung.

Bei **Nepenthes** ist die Eiweißmenge beinahe die gleiche, aber mehr Gerbstoff bei B.

Bei **Drosera** in C überhaupt kein Eiweiß nachgewiesen, Gerbstoff gleich bei III und C.

Weitere Versuche auf diese Art konnte ich wegen Materialmangels nicht anstellen, außerdem führten sie zu negativem Resultat. Ich nahm deshalb davon Abstand, zumal ich ja auf andere Art zum Ziel gelangte.

b) Herstellung der Injektionsantigene.

Man müßte annehmen, daß die **Sarraceniaceae, Nepenthaceae** und **Droseraceae** der Insektivorie wegen einen großen Gehalt an Eiweiß hätten, und daß aus diesem Grunde eine Immunisation, wenn ich von der Individualität des Versuchstieres absehe, leicht erzielt werden müßte. Nach dem heutigen Stande der Serologie denkt man sich den Träger der spezifischen Reaktion im Nukleäreiweiß. Es entsteht nun die Frage, ob bei Aufnahme von fremdem, in diesem Falle tierischem Eiweiß, auch das Nukleäreiweiß vermehrt wird. Man hat festgestellt, daß Insektivoren, ohne Insekten lebend, geringe Blüten- und geringe Samenbildung aufwiesen, dagegen Insektivoren, mit Insekten lebend, stärkere Blüten- und Samenentwicklung zeigten. Es ist also sehr wohl möglich, daß mit der stärkeren Ausbildung des Samens auch das Nukleäreiweiß in diesem zunimmt. Insofern schien der Same besonders geeignet zur Immunisierung; doch war es unmöglich, genügend Samenmaterial zu bekommen. Deshalb war ich gezwungen, ausschließlich mit Blattmaterial zu arbeiten. Dieses enthielt jedoch nur geringe Mengen an Eiweiß, so daß die Immunisation mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden war; denn von 15 Kaninchen, die ich impfte, gelang mir eine genügende Immunisation nur bei 5 Tieren.

Anfangs stellte ich die Impfextrakte wie folgt her:

0,2 bis 0,7 g Substanz ließ ich mit 10 ccm physiologischer Kochsalzlösung, der 1prozentige Natronlauge bis zur schwachen Alkalität zugegeben war, 24—48 Stunden in einer Aetheratmosphäre unter öfterem Umschütteln extrahieren. Die Extraktion wurde in keinem Falle länger als 48 Stunden ausgedehnt, da ich eine Zersetzung der Substanz durch Bakterien trotz des Aethers befürchtete. Der Ansatz wurde dann durch Watte filtriert, wobei auf völlige Klarheit, im Gegensatz zu den Reaktionsantigenen, kein Wert gelegt wurde, und dem Tier injiziert. Da auf diese Weise, durch Zugabe von 1pro-

zentiger Natronlauge bis zur schwachen Alkalität, keine Immunisation erzielt wurde, versuchte ich es mit Aufschwemmungen. Ich setzte dem Extrakt, der wie oben angegeben behandelt worden war, 0,1 g fein durch Seide gebeuteltes Pulver zu, ließ eine Viertelstunde extrahieren und spritzte es dem Tier ein; oder 0,2 bis 0,3 g gebeutelte Substanz wurden mit 10 ccm physiologischer NaCl-Lösung unter Zugabe einiger Tropfen 1prozentiger Natronlauge bis zur schwachen Alkalität eine halbe Stunde extrahiert und dann injiziert. Auch auf diese Weise wurde keine Immunisation erzielt. Ich griff deshalb wieder auf die Extraktion mit Natronlauge zurück. Nach **Wells** (35) zerstört zwar die Bildung von Alkalialbuminat die antigenen Eigenschaften, doch zeigt der Erfolg, daß bei Zugabe von entsprechend schwacher Natronlauge die Proteine nicht zerstört worden sind. Ich stellte mir nun von dem Material, mit dem ich ein Kaninchen immunisieren wollte, folgende Ansätze her: [nach **Scholz** (31)] 0,2 g Substanz in 10 ccm Extraktionsflüssigkeit; letztere bestand aus:

Tabelle II.

I. 2 ccm 0,1prozentige NaOH + 8 ccm NaCl-Lösung,
II. 4 ccm 0,1prozentige NaOH + 6 ccm NaCl-Lösung,
III. 6 ccm 0,1prozentige NaOH + 4 ccm NaCl-Lösung,
IV. 8 ccm 0,1prozentige NaOH + 2 ccm NaCl-Lösung,
V. 1prozentige Natronlauge.

Jeder Ansatz wurde geprüft auf **Eiweiß** mit Eßbach, Salpetersäure und Millons Reagens, auf **Gerbstoff** mit Eisenchlorid-, Strychnin- und Kaliumdichromatlösung und der Günstigte gewählt. Bei **Sarracenia** und **Nepenthes** nahm ich Ansatz 3 und 4, bei **Drosera** 4 und 5. Eine Immunisation bei **Drosera** habe ich nur mit Ansatz 5 erzielt. Der Eiweißausfall in diesem Ansatz war flockig und braun; es schienen also auch noch andere Stoffe in Lösung gegangen zu sein, die jedoch keinen Einfluß auf die Immunisation hatten. Auf diese Art gelang mir schließlich eine hinreichende Immunisation der Versuchstiere: bei **Sarracenia** mit dem Titer 1 : 800 und 1 : 400, bei **Nepenthes** 1 : 800 ± und 1 : 800 ± und bei **Drosera** 1 : 400.

c) Herstellung der Reaktionsantigene.

Bei meinen Untersuchungen benutzte ich ausschließlich die von **Gilg-Schürhoff** (1—3) beschriebene und von ihren Schülern erprobte Kapillarmethode, welche auf die Vorteile der Berliner Methode gegenüber den Königsberger Methoden genügend hingewiesen haben.

Anfangs führte ich meine Versuche mit nicht behandeltem und behandeltem Material aus. Das Arbeiten mit gänzlich unbehandeltem Material wurde jedoch bald wegen des dauernden Auftretens von Ringen und Trübungen im Immun- und Normalserum, die wahrscheinlich durch die nicht beseitigten Gerbstoffe hervorgerufen waren, aufgegeben. Später wurde dann nur mit vorbehandeltem Material reagiert.

Drei Versuchsreihen wurden nebeneinander durchgeführt. Die erste wurde mit 0,1prozentiger Natronlauge angesetzt, übereinstimmend mit Tabelle II. Die Wahl des Ansatzes wurde durch entsprechende Versuche vorher bestimmt. Die zweite bestand aus 0,2 g Substanz in 10 ccm Kochsalzlösung, der nach **Slatmann** (5) Ammoniumphosphatlösung vom pH 6,5 zur Pufferung zugegeben war. Die Lösung wurde nach den Angaben von **Slatmann** stets neu eingestellt. **Slatmann** gibt das Ammoniumphosphat allerdings erst dem filtrierten Extrakt zu, während ich es, wie auch die meisten Berliner Serologen, noch vor der Extraktion dem Ansatz zusetzte. Die Menge Ammoniumphosphatlösung, die zugegeben wurde, wechselte bei den einzelnen Antigenen: sie schwankte zwischen 8 und 14 Tropfen. Die dritte Versuchsreihe bestand aus 0,2 g Substanz in 10 ccm Kochsalzlösung, der Magnesia usta bis zur Neutralisation zugegeben wurde. Diesen Ansatz gab ich später auf, da einerseits im Natronlauge- und Phosphatansatz die Ringe schärfer waren und weiter reichten, und andererseits sehr oft oder fast immer Trübungen oder Schlieren auftraten. Bei allen drei Ansätzen wurde auf völlige Klarheit der Filtrate geachtet, die durch wiederholte Filtration erzielt wurde; denn schon bei der geringsten Opaleszens der Antigene traten Störungen auf. Bei allen Reaktionen wurde parallel mit Normalserum zur Kontrolle gearbeitet. Ringe im Normalserum traten oft auf, die ich auf unkontrollierbare chemische Vorgänge zurückführe. Die Reaktion wurde, sofern die Ringe im Normalserum gleichweit gingen wie im Immunserum als negativ gezählt.

Die Ablesungszeit der Reaktionen dehnte ich auf drei Stunden aus, da mitunter die Ringe in den letzten Gläsern erst nach zwei bis zweieinhalb Stunden auftraten. Den annähernden Eiweißgehalt habe ich jedesmal mit Eßbach geprüft. Hierbei machte ich die Beobachtung, wie schon vor mir einige Serologen, daß positive Reaktionen auch mit solchen Antigenen eintraten, in denen mit chemischen Mitteln Eiweiß nicht nachzuweisen war. Man kann also von der Stärke des Eiweißausfalls mit Eßbach nicht auf die Stärke der Reaktion schließen, da Eßbach das ganze im Antigen enthaltene Eiweiß fällt, von dem jedoch nur das Nukleäreiweiß der Träger der spezifischen Reaktion ist.

Um größere Objektivität beim Ablesen der Reaktionen zu erreichen, ließ ich die Reaktionen von zweiter Seite kontrollieren.

d) Allgemeines zur Herstellung der Immunsera.

Da die Beschaffung der Samen, wie schon erwähnt, sehr schwierig war, konnte ich die Immunisierung der Tiere nur mit Blattmaterial vornehmen.

In der Auswahl der Kaninchen, der Fütterung usw. hielt ich mich an die Forderungen von **Mez** (36). Die letzten sieben Tage vor der Probeblutentnahme und dem Entbluten wurden die Tiere nicht geimpft, weil dann der Höhepunkt der Immunisation erreicht ist. Die Sera wurden kühl und vor Licht geschützt aufbewahrt; ein Zurückgehen des Titers habe ich nicht beobachtet.

Ich stellte mir zunächst von **Sarracenia, Nepenthes** und **Drosera** je ein Immunserum her, dann bestätigte ich die Reaktionen, die ich von diesen Zentren erhielt, durch ein zweites Immunserum.

Slatmann (5) stellt nämlich, da die Sera von drei Versuchstieren bei gleich hohem Titer in ihren Reaktionen große Unterschiede aufwiesen, die Forderung auf, bei jeder Reaktion mit mehr als einem Serum zu arbeiten. Bei **Sarracenia** und **Nepenthes** konnte ich diese Forderung erfüllen, indem ich mit je zwei Seren reagierte, von **Drosera** stand mir nur ein Immunserum zur Verfügung; weitere Immunisationen mißlangen. Alle Tiere wurden intraperitoneal und mit unbehandeltem Material geimpft. Nach **Dekker** (37) enthalten die Schläuche, Kannen und Blätter von **Sarracenia, Nepenthes** und **Drosera** Gerbstoff. Doch **Meinecke** (29) stellt fest, daß Gerbstoffe keinen Einfluß auf die Immunisation haben. Ich mußte auch aus folgendem Grunde mit unbehandeltem Material impfen, weil bei intensiver Behandlung des Materials nach meiner Methode I Eiweiß mit chemischen Mitteln nicht mehr nachzuweisen war. Auch bei Behandlung des Materials nach Methode II und III war schon ein großer Teil Eiweiß verloren gegangen, was ich durch Parallelversuche leicht feststellen konnte. Außerdem stellten **Bry** (38) wie auch andere Autoren fest, daß Sera aus unbehandeltem und behandeltem Material hergestellt sich weder in der Höhe des Titers noch in dem Ausfall der Reaktionen unterschieden. Die intraperitonealen Injektionen vertrugen die Tiere sehr gut; doch hatte ich zwei Tierverluste aufzuweisen und zwar bei einem **Nepenthes-** und einem **Drosera**-Kaninchen. Das **Nepenthes**-Tier wies nach der vierten Injektion eine Geschwulst am Auge auf, weshalb ich die Immunisierung einstellte. Die Ursache der Erkrankung ist nicht in Fehlern bei

der Immunisierung zu suchen. Im Gegensatz zu meinen übrigen Immunisationen vertrugen alle Kaninchen, die ich mit **Drosera**-Antigenen impfte, die Injektionen sehr schlecht. Die Tiere bekamen nach fast jeder Spritze Streckungen und Freßunlust, die in einem Falle bis zu 60 Stunden anhielt. Daß hierfür der Farbstoff von **Drosera** die Ursache war, ist nicht anzunehmen; denn **Sarracenia** enthält ebenfalls Farbstoff. Vielmehr glaube ich, daß es auf das Sekret zurückzuführen ist, das ich von den **Drosera**-Blättern nicht gut entfernen konnte, während es sich aus den Kannen und Schläuchen von **Nepenthes** und **Sarracenia** durch Auswaschen leicht entfernen ließ. Eine Entfernung des Sekrets wäre durch Erwärmung der **Drosera**-Blätter oder der Antigene auf etwa 60 Grad möglich gewesen. Hierbei wäre aber auch eine Koagulierung des Eiweißes eingetreten, wodurch es seine antigene Fähigkeit verloren hätte. Aus diesem Grunde habe ich davon Abstand genommen.

C. SPEZIELLER TEIL.

I. Die Sarracenia-Immunsera und ihre Reaktionsresultate.

Mit Material von **Sarracenia** habe ich vier Kaninchen geimpft.

Das erste erhielt 17 Injektionen mit insgesamt 98,5 ccm 2prozentigem Extrakt aus **Sarracenia flava,** dem 1prozentige Natronlauge bis zur Alkalität zugegeben war. Ich begann mit 4 ccm und steigerte bis auf 10 ccm. Die Probeblutentnahme nach der neunten Injektion war negativ, der endgültige Titer war 1 : 50. Das Material zur Titerstellung wurde nach Methode I behandelt. Das Serum war wegen des niedrigen Titers nicht zu verwenden.

Ein zweites Tier erhielt 17 Injektionen mit insgesamt 160 ccm Filtrat von **Sarracenia Chelsoni.** Begonnen wurde mit 4 ccm, dann erhöht bis auf 11 ccm in steigender Konzentration von 2 bis 4 Prozent. Injektion 1 bis 10 wurde mit 1prozentiger Natronlauge schwach alkalisch gemacht, von der elften Injektion wurden die Antigene nach Tabelle II hergestellt. Der Probetiter nach der 15. Injektion war 1 : 200, der endgültige Titer war = 0. Das Material wurde nach Methode II behandelt. Da die Ringe im Normalserum ebensoweit gingen wie im Immunserum, war es ebenfalls unbrauchbar.

Das dritte Kaninchen erhielt 24 Injektionen mit insgesamt 188 ccm aus Material von **Sarracenia Chelsoni.** Injektion 1 bis 7 gab ich als 2prozentige Aufschwemmung, begonnen mit 3 ccm, gesteigert bis 8 ccm. Die erste Probeblutentnahme nach der 7. Injektion war negativ, die zweite nach der 14. Injektion ebenfalls negativ. Von der 15. Injektion an stellte ich daher die Antigene nach Tabelle II her. Ich begann mit 8 ccm und steigerte bis auf 12 ccm 2prozentigen Filtrats. Nach dem Entbluten zeigte das Serum den Titer 1 : 800. Das Material behandelte ich nach Methode II und III. Methode II erwies

sich als unbrauchbar. Im folgenden bezeichne ich dieses Serum mit **Sarracenia**-Immunserum I.

Das vierte Tier erhielt 25 Injektionen mit insgesamt 273 ccm Filtrat von **Sarracenia Chelsoni,** hergestellt nach Tabelle II. Begonnen wurde mit 5 ccm, dann gesteigert bis auf 12 ccm. Der erste Probetiter nach der 12. Injektion war negativ. Eine zweite Probeblutentnahme nach der 22. Injektion ergab den Titer 1 : 400. Nach drei weiteren Spritzen ließ ich das Tier entbluten; der endgültige Titer war 1 : 400. Das Material wurde nach Methode III behandelt. Auch dieses **Sarracenia**-Immunserum Nr. II konnte ich zu Verwandtschaftsuntersuchungen gebrauchen.

Serum I und II wurden aus dem Grunde aus demselben Matrial hergestellt, weil mir kein anderer Vertreter der **Sarraceniaceae** in genügender Menge zu Verfügung stand.

Mit den **Sarracenia**-Immunsera I und II reagierten

positiv:

Sarraceniaceae: Sarracenia Chelsoni (800—400), **Sarracenia intermedia** (400—400), **Darlingtonia californica** (800± —400±).

Aristolochiaceae: Aristolochia macrophylla (200—200), **A. clematitis** (100—100), **Asarum europäeum** (100—100), **A. canadense** (100—100).

Ranunculaceae: Ranunculus auricomus (100—100), **Anemone rivularis** (100±—100±), **Trollius europaeus** (100±— 100±).

Cucurbitaceae: Citrullus vulgaris (100—100), **Cucurbita Pepo** (—/100).

Papaveraceae: Chelidonium maius (50—100).

Cruciferae: Barbarea vulgaris (200±—100), **Cheiranthus cheiri** (100—100).

Berberidaceae: Podopoyllum emodi (200—200).

Negativ reagierten:

Nepenthaceae: Nepenthes superba, N. Henryana, N. sanguinea, N. paradisae, N. compacta, N. formosa.

Droseraceae: Drosera rotundifolia, D. capensis, D. spathulata, D. binata, Drosophyllum lusitanicum.

Hamamelidaceae: Hamamelis virginica.

Saxifragaceae: Bergenia crassifolia, Philadelphus Zeyheri, Heuchera pilosissima, Peltiphyllum peltatum, Parnassia palustris.

Papaveraceae: Papaver somniferum, Corydalis cava, Papaver dubium, Glaucium flavum.

Cruciferae: Cochlearia armoracia.

Nymphaeaceae: Brasenia purpurea, Nuphar advena.

Berberidaceae: Berberis sibirica, Epimedium sagittatum.

Ceratophyllaceae: Ceratophyllum demersum.

Menispermaceae: Menispermum dauricum, Cocculus carolinus.

Calycanthaceae: Calycanthus floridus.

Magnoliaceae: Magnolia acuminata, M. denudata.

Anonaceae: Anona cherimolia.

Myristicaceae: Myristica fragrans.

Lauraceae: Laurus nobilis, Sassafras variifolium.

Capparidaceae: Capparis spinosa, Cleome violacea, Polanisia graveolens.

Resedaceae: Reseda grandiflora, R. odorata.

Crassulaceae: Crassula portulacea, Sedum aizoon.

Pittosporaceae: Pittosporum tenuifolium.

Rosaceae: Rosa canina, Potentilla rupestris.

Papilionatae: Pisum sativum, Vicia villosa.

Lentibulariaceae: Utricularia vulgaris.

Am stärksten positiv reagierten, wie vorauszusehen, die **Sarraceniaceae,** bei denen mit einer Ausnahme die Titerhöhe erreicht worden ist.

Es stehen dann an erster Stelle die **Aristolochiaceae,** die bis zur Verdünnung 1 : 100, **Aristolochia macrophyllum** bis 1 : 200 mit beiden Sera reagierten.

Mit **Podophyllum emodi** habe ich eine positive Reaktion bis 1 : 200 erhalten, doch reagierten zwei andere Vertreter der **Berberidaceae** negativ.

Die **Cruciferae** reagierten bis 1 : 100, **Barbarea vulgaris** mit Immunserum I ein Glas weiter.

Die **Ranunculaceae** reagierten alle bis 1 : 100.

Zu den **Papaveraceae** erhielt ich neben einer positiven Reaktion (1 : 50—1 : 100) vier andere negative Reaktionen.

Die **Cucurbitaceae** fallen bei der Auswertung der Reaktionen fort, da Immunserum I negativ mit **Cucurbita pepo,** dagegen Immunserum II positiv bis 1 : 100 reagierte. Mit **Citrullus vulgaris** reagierten beide Sera positiv bis 1 : 100.

Auswertung der Reaktionen mit den Sarracenia-Immunsera I und II.

Wie im systematischen Teil erläutert, ist von allen Autoren über die Stellung der **Sarraceniaceae** im System kein einheitliches Bild gefunden worden. Es sind verwandtschaftliche Beziehungen angenommen worden zu den **Nepenthaceae, Droseraceae, Papaveraceae, Nymphaeaceae** und **Podophyllaceae.**

Nach meinen Reaktionen würden die **Sarraceniaceae** mit den **Nepenthaceae** und **Droseraceae** nicht verwandt sein, da ich zu diesen Familien nur negative Resultate erhalten habe.

Die besten positiven Ergebnisse habe ich zu den **Aristolochiaceae** erhalten; ich sehe aber keine Gründe, die eine Verwandtschaft der **Sarraceniaceae** mit dieser Familie rechtfertigen könnten. Auch sind diese beiden Familien von keinem Botaniker in Verbindung gebracht worden, es sei denn von **Wettstein** (19), der die **Aristolochiaceae** und auch **Sarraceniaceae** zu den **Polycarpicae** zählt. Dem stehen aber genügend negative Reaktionen gegenüber, die ich zu anderen Familien der **Polycarpicae** erhalten habe.

Aehnlich verhält es sich mit den **Ranunculaceae.**

Zu den **Nymphaeaeceae,** mit denen die **Sarraceniaceae** in vielen Merkmalen übereinstimmen, habe ich nur negative Resultate erhalten; eine Verwandtschaft scheint nicht vorzuliegen.

Zu den **Papaveraceae,** zu denen neben anderen Autoren **Linné** (9), **Jussieu** (10), **de Candolle** (11), **Bentham** und **Hooker** (12) und **Agardh** (14) die **Sarraceniaceae** rechnen, habe ich neben einer positiven zwei negative Reaktionen erhalten. Aus e i n e r positiven Reaktion auf eine Verwandtschaft zwischen diesen beiden Familien zu schließen wäre verfehlt, zumal die meisten Serologen von anderen Zentren ausgehend ebenfalls positive Reaktionen zu den **Papaveraceae** erhalten haben.

Desgleichen läßt sich auch über eine Verwandtschaft mit den **Cruciferae** und **Berberidaceae** nichts aussagen, da den positiven Ergebnissen genügend negative gegenüberstehen.

Ueber die Reaktionen zu den **Cucurbitaceae** habe ich schon gesprochen.

II. Die Nepenthes-Immunsera und ihre Reaktionsresultate.

Mit Material von **Nepenthes** habe ich sechs Kaninchen geimpft.

Tier Nr. 1 erhielt 16 Injektionen mit insgesamt 119 ccm Extrakt von **Nepenthes intermedia.** Die Antigene wurden mit

1prozentiger Natronlauge schwach alkalisch gemacht. Ich begann mit 4 ccm und steigerte bis auf 9,5 ccm. Der Probetiter nach der neunten Injektion war negativ, der endgültige Titer ebenfalls negativ. Das Material war nach Methode I behandelt worden. Das Serum war unbrauchbar.

Tier Nr. 2 erhielt 23 Injektionen mit insgesamt 229 ccm Extrakt von **Nepenthes sanguinea.** Injektion 1 bis 10 bestand aus 2prozentigem Extrakt, der mit 1prozentiger Natronlauge schwach alkalisch gemacht worden war. Begonnen wurde mit 6 ccm, dann gesteigert bis auf 12 ccm. Der erste Probetiter war negativ; deshalb wurden die weiteren Antigene nach Tabelle II hergestellt und die Konzentration vergrößert bis auf 6 Prozent. Der zweite Probetiter nach der 19. Injektion war 1 : 100. Nach der 23. Spritze ließ ich das Tier entbluten, da es zu schwach war. Der endgültige Titer war 1 : 200. Das Material wurde nach Methode II behandelt. Wegen des niedrigen Titers konnte ich das Serum nicht gebrauchen.

Tier Nr. 3 erhielt 29 Injektionen mit insgesamt 239 ccm teils 2—3prozentigem Extrakt, teils Aufschwemmungen von **Nepenthes Henryana.** Ich begann mit 5 ccm und steigerte bis auf 12 ccm. Der erste Probetiter nach der siebenten Injektion war negativ, eine zweite Probeblutentnahme nach der 12. Injektion und die dritte nach der 19. Injektion wiesen ebenfalls den Titer = 0 auf; der endgültige Titer war auch negativ. Das Material wurde nach Methode II und mit Wasserstoffsuperoxyd behandelt. Das Serum war unbrauchbar.

Tier Nr. 4 wurde mit **Nepenthes superba** geimpft. Es bekam nach der vierten Injektion eine Geschwulst am Auge. Die Immunisation wurde eingestellt.

Tier Nr. 5 erhielt 20 Injektionen mit insgesamt 243 ccm 2prozentigem **Nepenthes superba**-Extrakt nach Tabelle II. Ich begann mit 5 ccm und steigerte bis auf 12 ccm. Der erste Probetiter nach der 15. Injektion war 1 : 200, der zweite nach der 20. Injektion war 1 : 400. Nach dem Entbluten zeigte das Serum den Titer 1 : 800±. Das Material wurde nach Methode III behandelt. Ich bezeichne das Serum mit **Nepenthes**-Immunserum I.

Tier Nr. 6 erhielt 23 Injektionen mit 243 ccm 2—3prozentigem **Nepenthes formosa**-Extrakt nach Tabelle II. Ich begann mit 5 ccm und steigerte bis 12 ccm. Der erste Probetiter nach der sechsten Injektion war 1 : 100, der zweite nach der 16. Spritze 1 : 200±; der endgültige Titer war 1 : 800±. Das Material wurde nach Methode III behandelt. Ich nenne das Serum in der Folge **Nepenthes**-Immunserum II.

Mit den **Nepenthes**-Immunsera I und II reagierten

positiv:

Nepenthaceae: Nepenthes formosa (400—800±), **N. superba** (800±—400), **N. Henryana** (400±—400), **N. sanguinea** (0—800±).

Aristolochiaceae: Aristolochia macrophylla (200—400), **A. clematitis** (0—400), **Asarum europaeum** (100—200), **Asarum canadense** (200±—200).

Nympaeaceae: Brasenia purpurea (100±—100).

Cruciferae: Barbarea vulgaris (100—100).

Cucurbitaceae: Cucurbita pepo (100—400), **Citrullus vulgaris** (100—100).

Magnoliaceae: Magnolia acuminata (50—100), **M. denudata** (50—50).

Capparidaceae: Capparis spinosa (50—50).

Pittosporaceae: Pittosporum tenuifolium (50—100).

Papilionatae: Pisum sativum (200±—200), **Vicia villosa** (100—400±).

Saxifragaceae: Philadelphus Zeyheri (100—200), **Parnassia palustris** (100—200).

Papaveraceae: Corydalis cava (200—400).

Ranunculaceae: Anemone rivularis (200±—200), **Trollius europaeus** (200—200).

Negativ reagierten:

Sarraceniaceae: Sarracenia Chelsoni, S. intermedia, S. flava, S. purpurea, Darlingtonia californica.

Droseraceae: Drosera rotundifolia, D. capensis, D. binata, D. spathulata, Drosophyllum lusitanicum.

Nymphaeaceae: Nuphar advena.

Cruciferae: Cochlearia armoracia, Cheiranthus cheiri.

Ceratophyllaceae: Ceratophyllum demersum.

Berberidaceae: Berberis sibirica, Podophyllum emodi.

Menispermaceae: Menispermum dauricum, Cocculus carolinus.

Calycanthaceae: Calycanthus floridus.

Anonaceae: Anona cherimolia.

Myristicaceae: Myristica fragrans.

Lauraceae: Laurus nobilis, Sassafras variifolium.

Capparidaceae: Cleome violacea, Polanisia graveolens.

Resedaceae: Reseda grandiflora, R. odorata.

Crassulaceae: Crassula portulacea, Sedum aizoon.

Rosaceae: Rosa canina, Potentilla rupestris.

Lentibulariaceae: Utricularia vulgaris.

Saxifragaceae: Francoa appendiculata, Heuchera pilosissima, Peltiphyllum peltatum.

Hamamelidaceae: Hamamelis virginica.

Papaveraceae: Papaver somniferum, Chelidonium maius, Glaucium flavum.

Begoniaceae: Begonia Jamesoniana, B. Badenia.

Am weitesten positiv reagierten die **Nepenthaceae,** bei denen fast immer die Titerhöhe erreicht wurde.

Es stehen dann an erster Stelle die **Aristolochiaceae,** die in zwei Fällen bis 1 : 400 reagierten, und zu denen ich nur positive Resultate erhalten habe.

Ebenfalls bis 1 : 400 reagierten zum Teil die **Cucurbitaceae, Papilionatae** und **Papaveraceae.**

Es folgen die **Ranunculaceae** und **Saxifragaceae,** die bis 1 : 200 reagierten, dann die **Nymphaeaceae** und **Cruciferae,** bei denen die Ringbildung bis Glas zwei also 1 : 100 auftrat.

In gleicher Höhe etwa stehen die **Magnoliaceae** und **Pittosporaceae,** die bis 1 : 100 reagierten.

An letzter Stelle stehen die **Capparidaceae,** die bis 1 : 50 reagierten.

Auswertung der Reaktionen mit den Nepenthes-Immunsera I und II.

Verwandtschaftliche Beziehungen der **Nepenthaceae** sind festgestellt worden zu den **Sarraceniacea, Droseraceae, Aristolochiaceae, Menispermaceae, Cytinaceae** und **Begoniaceae.**

Eine Verwandtschaft der **Nepenthaceae** mit den **Sarraceniaceae** und **Droseraceae** ist nach meinen Resultaten nicht festzustellen; sämtliche Reaktionen fielen negativ aus.

Mit den **Cytinaceae** konnten keine Versuche angestellt werden, da die Beschaffung des Materials nicht möglich war.

Eine Verwandtschaft mit den **Menispermaceae** und **Begoniaceae** ist nicht anzunehmen, da die Reaktionen zu diesen Familien negativ verliefen.

Es bleiben also die **Aristolochiaceae** übrig, die im **Wettsteins**chen System zu den **Polycarpicae** gehören. Eine Verwandtschaft der **Nepenthaceae** mit den **Aristolochiaceae** ist von vielen Autoren angenommen und begründet worden. (Siehe systematischer Teil.)

Auch nach meinen Reaktionen wäre eine Verwandtschaft gut möglich, da ich zu allen Vertretern dieser Familie, mit denen ich reagiert habe, nur positive Reaktionen erhalten habe. Einer Vereinigung dieser beiden Familien stehen aber positive Reaktionen gegenüber zu Familien, die mit den **Nepenthaceae** absolut nichts Gemeinsames haben, wie z. B. zu den **Magnoliaceae, Papilionatae** und **Cucurbitaceae.** Ich könnte diese Resultate auf asystematische Reaktionen zurückführen, in denen unbekannte Eiweißstoffe eine Rolle gespielt haben; mit demselben Recht aber können auch die Reaktionen zu den **Aristolochiaceae** für asystematisch erklärt werden. Kommt aber der Serologie irgendein Wert als Verwandtschaftsforschung zu, so würde ich die **Nepenthaceae** mit den **Aristolochiaceae** für verwandt erklären.

Durch morphologische und anatomische Merkmale völlig unbegründet sind die positiven Reaktionen zu den **Nymphaeaceae, Cruciferae, Capparidaceae, Pittosporaceae, Saxifragaceae, Papaveraceae** und **Ranunculaceae,** wobei die positiven Reaktionen zu diesen Familien außerdem durch einen großen Teil negativer Resultate in ihrer Gültigkeit stark in Zweifel gesetzt werden.

III. Das Drosera-Immunserum und seine Reaktionsresultate.

Mit Material von **Drosera** habe ich fünf Kaninchen geimpft.

Das Tier Nr. 1 impfte ich mit 2prozentigen Aufschwemmungen von **Drosera binata.** Ich begann mit 4 ccm und steigerte bis auf 8 ccm. Der Probetiter nach der sechsten Injektion war negativ; das Material dazu wurde nach Methode III behandelt. Nach der elften Spritze ging das Tier zugrunde; über die Ursachen habe ich schon gesprochen.

Das zweite Tier erhielt 20 Injektionen mit insgesamt 169 ccm aus Material von **Drosera binata.** Ich begann mit 4 ccm einer 2prozentigen Aufschwemmung. Der Probetiter nach der 7. Injektion war negativ; deshalb setzte ich die Immunisation mit Extrakten nach Tabelle II fort. Der endgültige Titer war ebenfalls negativ. Das Material wurde nach Methode II und III behandelt.

Ein drittes Kaninchen erhielt 29 Injektionen mit insgesamt 308 ccm 2—4prozentigem Extrakt von **Drosera capensis** nach Tabelle II. Ich begann mit 4 ccm und steigerte bis zu 12 ccm. Der erste Probetiter nach der zehnten, der zweite nach der 19. Injektion und der endgültige Titer waren negativ. Das Material wurde nach Methode II und III behandelt. Auch dieses Serum war nicht zu gebrauchen.

Das vierte Tier erhielt 19 Injektionen mit insgesamt 193 ccm 2—3prozentigem Extrakt von **Drosera spathulata.** Die Antigene wurden nach Tabelle II angesetzt. Begonnen wurde mit 4 ccm, dann gesteigert bis zu 12 ccm. Der Probetiter nach der 15. Injektion und der endgültige Titer waren negativ. Das Material behandelte ich nach Methode III.

Das letzte Tier erhielt 19 Injektionen mit zusammen 191 ccm 2—3prozentigem Extrakt von **Drosera binata.** Die Ansätze stellte ich nach Tabelle II her. Ich begann wieder mit 4 ccm und steigerte dann bis zu 12 ccm. Der Probetiter nach der 15. Injektion war 1 : 200. Nach vier weiteren Spritzen ließ ich das Tier entbluten. Der endgültige Titer war 1 : 400. Das Material behandelte ich nach Methode III.

Mit diesem **Drosera-Immunserum** reagierten

p o s i t i v :

Droseraceae: Drosera binata (400), **D. rotundifolia** (400±), **D. spathulata** (400±), **D. capensis** (200), **Drosophyllum lusitanicum** (200).

Saxifragaceae: Parnassia palustris (100).

Capparidaceae: Capparis spinosa (100±), **Polanisia graveolens** (100).

Dilleniaceae: Actinidia argutea (50), **A. kolomikta** (50).

Turneraceae: Turnera angustifolia (100).

Passifloraceae: Passiflora coerulea (200±).

Berberidaceae: Berberis sibirica (50), **Podophyllum emodi** (100).

Cruciferae: Barberea vulgaris (100).

Papilionatae: Vicia villosa (200±), **Pisum sativum** (100).

N e g a t i v reagierten:

Sarraceniaceae: Sarracenia Chelsoni, S. intermedia, S. flava, Darlingtonia californica.

Nepenthaceae: Nepenthes superba, N. Henryana, N. formosa, N. sanguinea, N. compacta.

Saxifragaceae: Philadelphus Zeyheri, Bergenia crassifolia, Heuchera pilosissima, Peltiphyllum peltatum, Francoa appendiculata.

Hamamelidaceae: Hamamelis virginica.

Capparidaceae: Cleome violacea.

Cistaceae: Cistus villosus, Helianthemum tuberosum, Helianthemum chamäcistus.

Crassulaceae: Crassula portulacea, Sedum aizoon.

Resedaceae: Reseda grandiflora, R. lutea.

Frankeniaceae: Frankenia pulverulenta.

Guttiferae: Hypericum inodorum, H. perforatum.

Tamaricaceae: Tamarix hispida.

Flacourtiaceae: Flacourtia jangomas.

Loasaceae: Blumenbachia Hieronymi, Cajophora lateritia.

Bixaceae: Bixa orellana.

Caricaceae: Carica papaya.

Papaveraceae: Papaver somniferum, Glaucium flavum, Chelidonium maius.

Ranunculaceae: Anemone rivularis, Trollius europaeus.

Nymphaeaceae: Brasenia purpurea, Nuphar advena.

Ceratophyllaceae: Ceratophyllum demersum.

Berberidaceae: Epimedium sagittatum.

Cruciferae: Cochlearia armoracia, Cheiranthus cheiri.

Pittosporaceae: Pittosporum tenuifolium.

Rosaceae: Rosa canina, Potentilla rupestris.

Violaceae: Viola odorata, V. cyanea, V. silvatica.

Begoniaceae: Begonia Jamesoniana, B. Badenia.

Cucurbitaceae: Cucurbita pepo, Citrullus vulgaris.

Am stärksten positiv reagierten die **Droseraceae**; die Titerhöhe wurde bei **Drosera capensis** und **Drosophyllum lusitanicum** nicht ganz erreicht.

Bis zu einer Verdünnung 1 : 200 reagierten die **Passifloraceae** und **Papilionatae.**

Auf gleicher Stufe etwa stehen die **Saxifragaceae, Capparidaceae, Turneraceae, Berberidaceae** und **Cruciferae,** die bis 1 : 100 reagierten.

Am schwächsten, 1 : 50, reagierten die **Dilleniaceae.**

Auswertung der Reaktionen mit dem Drosera-Immunserum.

Verwandtschaftliche Beziehungen der **Droseraceae** sind angenommen worden zu den **Sarraceniaceae, Nepenthaceae, Capparidaceae** (wegen **Reseda**), **Saxifragaceae** (wegen **Parnassia**), **Berberidaceae** und den **Parietales.**

Beziehungen der **Droseraceae** zu den **Sarraceniaceae** und **Nepenthaceae** sind nicht festzustellen, da alle Reaktionen zu diesen Familien negativ ausfielen.

Zu den **Saxifragaceae** erhielt ich mit Ausnahme von **Parnassia palustris** nur negative Resultate. Auf Grund dieser einen positiven Reaktion auf eine Verwandtschaft der **Droseraceae** mit den **Saxifragaceae** zu schließen wäre verfehlt, zumal die Stellung von **Parnassia** bei den **Saxifragaceae** ebenfalls noch nicht geklärt ist.

Es bleiben noch die **Parietales** übrig. Zu Familien dieser Reihe habe ich positive Reaktionen nur zu den **Dilleniaceae, Turneraceae** und **Passifloraceae** erhalten, dagegen negative zu den **Cistaceae, Frankeniaceae, Guttiferae, Tamaricaceae, Flacourtiaceae, Loasaceae, Bixaceae, Caricaceae, Violaceae** und **Begoniaceae.** Eine Vereinigung der **Droseraceae** mit der Reihe der **Parietales** halte ich also auf Grund meiner Reaktionen auch nicht für möglich. Die Reihe der **Parietales** stellt eine Reihe von Familien dar, bei denen die parietale Placenta das Hauptmerkmal ist. Diese finden wir wohl bei den **Droseraceae,** aber auch bei anderen Familien, die durchaus nicht zu den **Parietales** gezählt werden.

Die Reaktionen mit **Reseda** fielen negativ aus. Eine Verwandtschaft von **Drosera** mit **Reseda,** wie sie **Jussieu** (10) angenommen hat, scheint also nicht vorzuliegen.

Zu den **Capparidaceae, Berberidaceae** und **Cruciferae** habe ich positive und negative Resultate erhalten, so daß eine systematische Wertung nicht gut möglich ist.

Außerdem stehen jeglicher Einordnung der **Droseraceae** die Reaktionen gegenüber, die ich mit den **Papilionatae** erhalten habe.

IV. Phytoserologisches der Sarraceniaceae, Nepenthaceae und Droseraceae im Vergleich mit meinen Resultaten.

Auch von anderer Seite sind serologische Versuche angestellt worden, um die **Sarraceniaceae, Nepenthaceae** und **Droseraceae** im System einzureihen.

Kohz (39) erhielt vom Zentrum **Hamamelis virginica** eine positive Reaktion zu **Sarracenia purpurea** und schließt daraus, allerdings mit Einschränkung, auf eine Verwandtschaft der **Sarraceniaceae** mit den **Saxifragaceae**, zu denen nach seinen Untersuchungen die **Hamamelidaceae** gehören. Meine Reaktionen, die ich von **Sarracenia** als Zentrum gegen **Hamamelis virginica** und fünf Vertreter der **Saxifragaceae** ausführte, fielen sämtlich negativ aus. Mit den **Droseraceae** erhielt **Kohz** (39) von den **Saxifragaceae** ausgehend eine negative Reaktion, ich erhielt neben vier negativen eine positive Reaktion zu **Parnassia palustris.** Die Frage der Zugehörigkeit von **Parnassia** zu den **Saxifragaceae** ist jedoch, wie schon erwähnt, noch nicht geklärt.

Ziegenspeck (40) rechnet auf Grund der **Kohz**schen Reaktion die **Sarraceniaceae** zu den **Saxifragaceae.** Er selbst erhielt durch Reaktionen von **Drosera** als Zentrum „eindeutige Anschlußreaktionen" zu den **Parietales,** und diese Reaktionen stimmen nach seinen Ausführungen auch reziprok. Er erhielt positive Ergebnisse zu **Chrysophyllum, Olea, Bixa, Frankenia, Turnera, Flacourtia, Dillenia, Thladiantha** und **Hypericum** und reziprok von den Zentren **Frankenia, Caryocar, Flacourtia** und **Olea.** Auf Grund dieser Reaktionen stellt **Ziegenspeck** (40) die **Droseraceae** zu den **Parietales** in die Nähe der **Cactaceae.** Ich erhielt zu den **Parietales** positive und negative Reaktionen und zwar positive analog mit **Ziegenspeck** zu den **Dilleniaceae** und **Turneraceae,** dagegen negative zu den **Cistaceae, Frankeniaceae, Guttiferae, Tamaricaceae, Flacourtiaceae, Loasaceae, Bixaceae, Caricaceae, Violaceae** und **Begonaceae.**

Bitzek (41) erhielt von **Phytolacca** als Zentrum Anschluß an **Drosera** neben **Flacourtia** und **Olea** und stimmt hierin mit **Ziegenspeck** (40) überein. Von **Hamamelis** als Zentrum erhielt er positive Reaktionen zu den **Sarraceniaceae** und **Nepenthaceae.** Auf Grund dieser Ergebnisse würden dann die **Sarraceniaceae** und **Nepenthaceae** in der Nähe der **Saxifragaceae** stehen.

Aehnliche Reaktionen erhielt **Roederer** (42), der die **Sarraceniaceae** und **Nepenthaceae** vom **Saxifragaceae-** und **Cunoniaceae**-Zentrum erreichte. In seinem **Rosales**-Ast sind die **Sarraceniaceae** und **Nepenthaceae** als Nebenzweige der **Ur-Saxifragales** eingezeichnet. Ueber meine Reaktionen von **Sarracenia** als Zentrum zu den **Hamameladiceae** und **Saxifragaceae** habe ich schon gesprochen. Von **Nepenthes** als Zentrum erhielt ich ebenfalls negative Reaktionen zu den **Hamamelidaceae,** zu den **Saxifragaceae** neben zwei positiven drei negative Reaktionen. Außerdem erhielt **Roederer** (42) von **Sarracenia**

als Zentrum Reaktionen zu **Nepenthes** und **Drosera** und vom **Rosaceae**-Zentrum zu den **Sarraceniaceae.** Diese Reaktionen fielen bei meinen Untersuchungen negativ aus. Was die Stellung der **Droseraceae** betrifft, so verweist Roederer auf Ziegenspeck (40). Hierüber habe ich schon gesprochen.

Ruff (43) erhielt vom **Geraniaceae**-Zentrum Anschluß an die **Droseraceae** neben den **Tamaricaceae** und **Frankeniaceae** und betont, daß „an diesem Zentrum besonders gut die Anreihung an die **Parietales** beleuchtet ist."

Kurz zusammengefaßt haben die Königsberger Serologen auf Grund ihrer serodiagnostischen Ergebnisse die **Sarraceniaceae** und **Nepenthaceae** zu den **Saxifragaceae** und die **Droseraceae** zu den **Parietales** gestellt.

Die Behauptung der Königsberger Schule, daß sich ihre Resultate mit den morphologischen Ergebnissen decken, trifft auch hier zu, wenn man nur eine besondere Gruppe von Systematikern berücksichtigt; da aber die Stellung der drei fraglichen Familien, wie schon immer betont, vom morphologischen Gesichtspunkte aus bei weitem noch nicht geklärt ist, so kann in diesem Falle von einer wirklichen Uebereinstimmung mit der Morphologie nicht gesprochen werden. Es ist also völlig ausgeschlossen, die Ansicht d e r Morphologen, die durch die Königsberger Ergebnisse bestätigt wurden, in diesem Falle als die wirklich richtige und einzig mögliche zu bezeichnen.

Von Berliner Serologen erhielt **Schwandt** (34) mit einem Samenimmunserum von **Parnassia palustris** und zwei Plasmaimmunsera negative Reaktionen zu **Nepenthes** und **Drosera,** dagegen mit einem dritten Plasmaimmunserum positive Reaktionen zu **Nepenthes robusta** und **Drosera rotundifolia.** Diese Reaktionen habe ich reziprok bestätigen können. Vom Immunserum **Philadelphus pubescens** erhielt **Schwandt** eine positive Reaktion zu **Drosera rotundifolia,** meine Reaktion von **Drosera** zu **Philadelphus** fiel negativ aus. Von **Sedum acre** als Zentrum erhielt **Schwandt** positive Reaktionen mit **Nepenthes** und **Drosera.** Diese Reaktionen fielen bei mir negativ aus. Ferner erhielt **Schwandt** von **Saxifraga rotundifolia** ausgehend negative Reaktionen mit **Nepenthes** und **Drosera** und vom Immunserum **Hypericum perforatum** ebenfalls negative Resultate zu **Drosera.** Diese Reaktionen stimmen mit meinen Ergebnissen überein. Ich habe zwar nicht mit **Saxifraga rotundifolia** reagiert, doch standen mir andere Vertreter der **Saxifragaceae** zur Verfügung. Ueber die Reaktionen zu diesen habe ich mich schon geäußert.

Görner (32) erhielt von zwei Immunsera von **Actinidia argutea** positive Reaktionen zu **Drosera,** die auch ich reziprok erhalten habe.

Scholz (31) erhielt von den Immunsera **Mentzelia aurea** und **Loasa triphylla** negative Reaktionen zu **Nepenthes Henryana**. Ich habe es nicht für nötig gehalten, diese negativen Ergebnisse reziprok zu bestätigen.

V. Reziprozität.

Im folgenden möchte ich zur Frage der Reziprozität Stellung nehmen.

Gilg-Schürhoff (2) stellen nicht die Forderung auf, daß die Reaktionen reziprok verlaufen müssen. **Mez** (36) dagegen verlangt bei positiven Reaktionen unbedingte Reziprozität: d. h. habe ich von einem Immunisationszentrum eine positive Reaktion zu einer Pflanzenfamilie erhalten, so muß ich nun von dieser ausgehend ebenfalls eine positive Reaktion zum ersten Zentrum erhalten. Bei **Mez** haben nur die Reaktionen Gültigkeit, die diese Forderung erfüllen. Ich habe, soweit es das Hauptthema meiner Arbeit betrifft, nämlich ob die **Sarraceniales** untereinander verwandt sind oder nicht, die Reziprozität streng durchgeführt, obwohl ich nur negative Resultate innerhalb dieser Reihe erhalten habe. Bei den anderen Familien, mit denen ich zwecks Anschlusses der drei Familien im System reagiert habe, und zu denen ich teils positive, teils negative Resultate erhalten habe, habe ich eine Reziprozität aus folgenden Gründen nicht durchgeführt. Ich hätte, um die Forderung von **Mez** (36) zu erfüllen, auch noch von den **Cucurbitaceae, Papaveraceae, Cruciferae, Aristolochiaceae, Ranunculaceae, Berberidaceae, Magnoliaceae, Papilionatae, Saxifragaceae, Capparidaceae, Dilleniaceae, Turneraceae, Passifloraceae, Nymphaeaceae** und **Pittosporaceae** ein Immunserum herstellen müssen, da ich zu allen diesen Familien positive Resultate erhalten habe und mit den **Sarraceniaceae, Nepenthaceae** und **Droseraceae** reagieren müssen. Ein Immunserum hätte noch nicht genügt, wenn ich außerdem noch die Forderung **Slatmanns** (5) einhalten wollte. Angenommen, ich hätte nun zu den oben erwähnten Familien auch reziprok positive Ergebnisse erhalten, so hätte ich trotzdem über die Stellung der **Sarraceniales** nichts Bestimmtes aussagen können. Hervorheben möchte ich nur die Reaktionen, die ich von meinen **Nepenthes**-Immunsera mit den **Magniolaceae** und mit dem **Drosera**-Immunserum zu den **Papilionatae** erhalten habe. Daß diese Familien nicht verwandt sind, liegt doch wohl auf der Hand. Außerdem haben auch schon andere Berliner Serologen zu einem Teil der oben erwähnten Familien von den entlegensten Zentren ausgehend positive Reaktionen erhalten.

Zusammenfassend möchte ich sagen, daß, was meine Versuche betrifft, eine Reziprozität nicht nötig gewesen ist.

D. SCHLUSSBETRACHTUNG.

Die allgemeine Erkenntnis, daß die **Sarraceniales** eine künstliche Reihe (Carnivorie) darstellen, haben meine serologischen Resultate bewiesen, vorausgesetzt, daß der Serologie irgendein Wert als Verwandtschaftsforschung beizumessen ist. Nicht eine einzige Reaktion deutete darauf hin, daß zwischen den **Sarraceniaceae, Nepenthaceae** und **Droseraceae** irgendwelche genetischen Beziehungen bestehen. Der Versuch, diese drei Familien mit Hilfe der Serologie im System einzuordnen, scheint nur in einem Falle unter gewissen Einschränkungen sinngemäß geglückt zu sein. Es ist mir gelungen, die **Aristolochiaceae** durch stark positive Reaktionen von den **Nepenthaceae** zu erreichen. Serologische Bestätigungen von anderer Seite stehen in diesem Falle aus; jedoch decken sich diese Resultate mit den Ansichten von verschiedenen Systematikern. Im übrigen ist aber die Zahl der Reaktionen, die sich mit den allgemein gültigen systematischen Ansichten nicht in Einklang bringen lassen, so groß, daß es nicht angängig ist, nur bestimmte günstige Resultate zu werten. Auf die mannigfaltigen Störungen, die die botanisch-serologische Reaktion begleiten können, habe ich verschiedentlich hingewiesen. Anknüpfend an den Gedanken in der Einleitung, daß es wohl bei den Pflanzen artspezifisches Eiweiß gibt, und daß damit die Erzielung wirklicher Immunsera möglich ist, können jedoch gerade diese Störungen, die beim Zustandekommen der Reaktion auftreten, die Reaktion des spezifischen Eiweißes mehr oder weniger verdecken oder ganz unkenntlich machen. So ist es zu erklären, daß Reaktionen erhalten wurden, die vollkommen den herrschenden systematischen Anschauungen widersprechen.

Auf Grund meiner Resultate muß ich zu folgendem Schluß kommen:

Die phytoserologische Methode ist zur Klärung strittiger Verwandtschaften nicht geeignet. Auch ist sie nicht den Disziplinen, die bei der Aufstellung eines Systems in der Botanik hinzugezogen werden, wie Morphologie, Anatomie u. a. gleichzustellen; es sei denn, daß alle Störungsfaktoren bei der serologischen Reaktion erkannt und beseitigt werden, ohne das spezifische Eiweiß zu verändern.

E. TABELLEN.

Von den Tabellen gelangt nur ein kleiner Teil zum Druck. Die übrigen liegen in der Bibliothek des Botanischen Museums, Berlin-Dahlem, aus und können dort jederzeit eingesehen werden.

Zeichenerklärung:

+ = Positive Reaktion
± = schwach-positive Reaktion
— = negative Reaktion
T = Trübung
X = Schlierenbildung
I = Natronlauge-Ansatz
II = Phosphat-Ansatz
III = Magnesia usta-Ansatz
I.S. = Immunserum
N.S. = Normalserum

Reaktionen mit dem Immunserum von Sarracenia Chelsoni I. Titer 800 +

Antigene			50	100	200	400	800
1. **Sarracenia Chelsoni**	I.	I. S.	+	+	+	+	+
		N. S.	—	—	—	—	—
	II.	I. S.	+	+	+	+	±
		N. S.	+	—	—	—	—
	III.	I. S.	+	+	+	+	—
		N. S.	+	—	—	—	—
2. **Sarracenia intermedia**	I.	I. S.	+	+	+	+	—
		N. S.	—	—	—	—	—
	II.	I. S.	+	+	+	+	—
		N. S.	+	—	—	—	—
	III.	I. S.	+	+	—	—	—
		N. S.	—	—	—	—	—
3. **Darlingtonia californica**	I.	I. S.	+	+	+	+	±
		N. S.	—	—	—	—	—
	II.	I. S.	+	+	+	+	±
		N. S.	—	—	—	—	—
	III.	I. S.	+	+	+	+	±
		N. S.	—	—	—	—	—
4. **Nepenthes superba**	I.	I. S.	+	+	—	—	—
		N. S.	+	+	—	—	—
	II.	I. S.	—	—	—	—	—
		N. S.	—	—	—	—	—
	III.	I. S.	—	—	—	—	—
		N. S.	—	—	—	—	—
5. **Nepenthes formosa**	I.	I. S.	T	T	—	—	—
		N. S.	T	T	—	—	—
	II.	I. S.	—	—	—	—	—
		N. S.	—	—	—	—	—
	III.	I. S.	—	—	—	—	—
		N. S.	—	—	—	—	—
6. **Drosera rotundifolia**	I.	I. S.	+	+	—	—	—
		N. S.	+	+	—	—	
	II.	I. S.	—	—	—	—	—
		N. S.	—	—	—	—	—
	III.	I. S.	—	—	—	—	—
		N. S.	—	—	—	—	—
7. **Drosera capensis**	I.	I. S.	+	+	—	—	—
		N. S.	+	+	—	—	—
	II.	I. S.	—	—	—	—	—
		N. S.	—	—	—	—	—
	III.	I. S.	—	—	—	—	—
		N. S.	—	—	—	—	—

Reaktionen mit dem Immunserum von Nepenthes formosa II Titer 800 +

Antigene			50	100	200	400	800
1. **Asarum europaeum**	I.	I. S.	+	+	+	—	—
		N. S.	+	—	—	—	—
	II.	I. S.	+	+	+	—	—
		N. S.	+	—	—	—	—
2. **Asarum canadeuse**	I.	I. S.	+	+	+	—	—
		N. S.	+	—	—	—	—
	II.	I. S.	+	+	+	—	—
		N. S.	+	—	—	—	—
3. **Aristolochia macrophylla**	I.	I. S.	+	+	—	—	—
		N. S.	+	—	—	—	—
	II.	I. S.	+	+	+	+	—
		N. S.	—	—	—	—	—
4. **Aristolochia clematitis**	I.	I. S.	+	+	+	+	—
		N. S.	—	—	—	—	—
	II.	I. S.	+	+	+	—	—
		N. S.	—	—	—	—	—
5. **Cucurbita pepo**	I.	I. S.	+	+	+	+	—
		N. S.	+	—	—	—	—
	II.	I. S.	+	+	+	+	—
		N. S.	—	—	—	—	—
6. **Citrullus vulgaris**	I.	I. S.	+	+	—	—	—
		N. S.	—	—	—	—	—
	II.	I. S.	+	+	—	—	—
		N. S.	—	—	—	—	—
7. **Pisum sativum**	I.	I. S.	+	+	+	—	—
		N. S.	—	—	—	—	—
	II.	I. S.	T	+	—	—	—
		N. S.	—	—	—	—	—
8. **Vicia villosa**	I.	I. S.	+	+	+	+	—
		N. S.	—	—	—	—	—
	II.	I. S.	+	+	+	—	—
		N. S.	—	—	—	—	—
9. **Parnassia palustris**	I.	I. S.	+	+	+	—	—
		N. S.	—	—	—	—	—
	II.	I. S.	+	+	—	—	—
		N. S.	—	—	—	—	—
10. **Hamamelis virginica**	I.	I. S.	T	—	—	—	—
		N. S.	T	—	—	—	—
	II.	I. S.	T	—	—	—	—
		N. S.	T	—	—	—	—

Reaktionen mit dem Immunserum von Drosera binata. Titer 400 +

Antigene			50	100	200	400	800
1. **Parnassia palustris**	I.	I. S.	+	+	—	—	—
		N. S.	—	—	—	—	—
	II.	I. S.	+	—	—	—	—
		N. S.	—	—	—	—	—
2. **Hamamelis virginica**	I.	I. S.	—	—	—	—	—
		N. S.	—	—	—	—	—
	II.	I. S.	—	—	—	—	—
		N. S.	—	—	—	—	—
3. **Turnera angustifolia**	I.	I. S.	+	+	—	—	—
		N. S.	—	—	—	—	—
	II.	I. S.	T	+	—	—	—
		N. S.	—	—	—	—	—
4. **Passiflora coerulea**	I.	I. S.	+	+	±	—	—
		N. S.	—	—	—	—	—
	II.	I. S.	+	+	±	—	—
		N. S.	—	—	—	—	—
5. **Vicia villosa**	I.	I. S.	+	+	±	—	—
		N. S.	—	—	—	—	—
	II.	I. S.	+	+	—	—	—
		N. S.	—	—	—	—	—
6. **Pisum sativum**	I.	I. S.	+	+	—	—	—
		N. S.	—	—	—	—	—
	II.	I. S.	+	+	—	—	—
		N. S.	—	—	—	—	—
7. **Viola odorata**	I.	I. S.	T	—	—	—	—
		N. S.	T	—	—	—	—
	II.	I. S.	T	—	—	—	—
		N. S.	T	—	—	—	—
8. **Viola cyanea**	I.	I. S.	T	—	—	—	—
		N. S.	T	—	—	—	—
	II.	I. S.	—	—	—	—	—
		N. S.	—	—	—	—	—
9. **Viola silvatica**	I.	I. S.	+	—	—	—	—
		N. S.	+	—	—	—	—
	II.	I. S.	T	—	—	—	—
		N. S.	T	—	—	—	—

F. LITERATURVERZEICHNIS.

1. **Gilg, E. und Schürhoff, N.:** Unsere Erfahrungen über die Brauchbarkeit der Serodiagnostik für die botanische Verwandtschaftsforschung. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Bd. 45, 1927.
2. **Gilg, E.,** und **Schürhoff, N.:** Die Serodiagnostik in der botanischen Verwandtschaftsforschung. Englers Jahrbücher, 60, 1926.
3. **Gilg, E.,** und **Schürhoff, N.:** Antikritisches zur Kritik von Mez. Berichte der Deutschen Bontanischen Gesellschaft, Bd. 45, 1927.
4. **Hannig, E.,** und **Slatmann, W.:** Phytoserologische Untersuchungen. Planta, Bd. V, Heft 1, 1928.
5. **Slatmann, W.:** Phytoserologische Untersuchungen. Planta, Bd. VI, Heft 2, 1928.
6. **Boom, B. K.:** Botanisch-Serologische Ondersoekingen. Dissertatation, Wageningen 1930.
7. **Engler, A.,** und **Gilg, E.:** Syllabus der Pflanzenfamilien.
8. **Engler** und **Prantl:** Die natürlichen Pflanzenfamilien, III, 2, 1891
9. **Linné:** Systema naturae, sive regna tria naturae systematica proposita, 1735.
10. **Jussieu, A. de:** Genera plantarum, Paris 1789.
11. **Candolle, de:** Prodomus, Bd. 1 u. 17.
12. **Bentham** und **Hooker:** Genera plantarum, Bd. 1 u. 2, 1867.
13. **Endlicher, St.:** Genera plantarum, 1836/40.
14. **Agardh, J. G.:** Theoria system. plant., 1858.
15. **Baillon, H.:** Histoire des plantes, Bd. 9, 1888.
16. **Adanson, M.:** Familles des plantes, 1863.
17. **Lindley:** The vegetable Kingdom, London 1853.
18. **Planchon:** Zitiert nach Nr. 14.
19. **Wettstein:** Handbuch der systematischen Bontanik, Bd. 2, 1924.
20. **Bartling:** Ordines naturales, 1830.
21. **Brongniart:** Zitiert nach Nr. 14.
22. **Eichler, A. W.:** Blütendiagramme, 2. Teil, 1878.
23. **Macfarlane:** Das Pflanzenreich, IV, 111, Heft 36, 1928.
24. **Diels, L.:** Das Pfanzenreich, IV, 112, Heft 26, 1906.
25. **Grisebach, A.:** Grundriß der systematischen Botanik, 1854.
26. **Wunschmann, E.,** in **Engler und Prantl:** Die natürlichen Pflanzenfamilien, III, 2, 1891.
27. **Darwin, Ch.:** Insektenfressende Pflanzen. Uebersetzung, Stuttgart 1876.

28. **Moritz, O.:** Weitere Beiträge zur Kritik und zum Ausbau phytoserologischer Methodik. Planta, Bd. 7, 1929.
29. **Meinecke, R.:** Ueber den Einfluß er Alkaloide usw. Dissertation, Berlin 1929.
30. **Sachs, H.:** Serologische Funktionen von Lipoiden. Forschungen und Fortschritte, VI, 1930.
31. **Scholz, P.:** Versuch zur Klärung der systematischen Stellung der Loasaceen usw. Dissertation, Berlin 1930.
32. **Görner, W.:** Serologische Untersuchungen über die Actinidiaceae usw. Dissertation, Berlin 1929.
33. **Bärner, J.:** Serodiagnostische Verwandtschaftsforschungen. Bibl. bot., 1927.
34. **Schwandt, K.:** Beiträge zur Kenntnis der systematischen Stellung der Gattung Parnassia usw. Dissertation, Berlin 1930.
35. **Wells, H.:** Die chemischen Anschauungen über Immunitätsvorgänge, Jena 1927.
36. **Mez, C.:** Anleitung zu serodiagnostischen Untersuchungen. Bot. Archiv, Bd. 1.
37. **Dekker:** Die Gerbstoffe, Berlin 1913.
38. **Bry, H.:** Beitrag zur Untersuchung über die systematische Stellung der Empetraceen usw. Dissertation, Berlin 1930.
39. **Kohz, K.:** Serodiagnostische Untersuchungen usw. Botanisches Archiv, Bd. III, 1923.
40. **Ziegenspeck:** Kritisches und Strittiges. Bot. Archiv, Bd. 16, 1926.
41. **Bitzek, E.:** Der Centrospermenast der Dikotylen. Botanisches Archiv, Bd. 22, 1928.
42. **Roederer, H.:** Die Phylogenie des Rosales-Astes. Botanisches Archiv, Bd. 29, 1930.
43. **Ruff, O.:** Zur Phylogenie des Columniferen-Astes der Dikotylen. Botanisches Archiv, Bd. 31, 1930/31.

LEBENSLAUF.

Ich, Jonas Zalkowitz, wurde am 25. Februar 1905 als Sohn des Kaufmanns Samuel Zalkowitz und seiner Ehefrau Rosa geb. Messie in Memel geboren; ich bin mosaischer Konfession. Ich besuchte das staatliche Luisen-Gymnasium in Memel. Nach bestandener Reifeprüfung trat ich am 1. Mai 1924 in die Goldene-Adler-Apotheke in Memel als Praktikant ein. Im September 1926 bestand ich in Königsberg (Pr.) das Vorexamen und im Oktober 1929 nach viersemestrigem Studium in Berlin das pharmazeutische Staatsexamen. Seit dieser Zeit widme ich mich botanischen Studien, die ich mit der Promotion zum Dr. phil. abzuschließen gedenke.

Meine akademischen Lehrer waren:

Anselmino, Diels, Gilg, Maier, Mannich, Sabalitschka, Schürhoff und Westphal.